



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

②7 EP 0 447 452 B1

⑩ DE 689 06 798 T 2

⑤1 Int. Cl. 5:
F 01 D 25/24
F 01 D 25/00
F 16 B 35/00

②1	Deutsches Aktenzeichen:	689 06 798.4
②6	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US89/04041
②6	Europäisches Aktenzeichen:	90 900 600.9
②7	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 90/06422
②6	PCT-Anmeldetag:	15. 9. 89
②7	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	14. 6. 90
②7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	25. 9. 91
②7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	26. 5. 93
②7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	2. 9. 93

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
06.12.88 US 280760

⑦3 Patentinhaber:
Allied-Signal Inc., Morristown, N.J., US

⑦4 Vertreter:
Hansmann, A., Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Vogeser, W.,
Dipl.-Ing., 8000 München; Alber, N., Dipl.-Ing. Univ.
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Univ. Pat.-Anwälte, 81369
München; Boecker, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.- u.
Rechtsanw., 6000 Frankfurt; Strych, W., Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 8000 München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, SE

⑦2 Erfinder:
BOYD, Gary, L., Orland, Wyoming 82401, US

⑤4 HOCHTEMPERATURSTRUKTUR EINER GASTURBINE.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 06 798 T 2

DE 689 06 798 T 2

HOCHTEMPERATURSTRUKTUR EINER GASTURBINE

Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiete der Hochtemperaturstruktur eines Turbinenmotors. Insbesondere ist die vorliegende Erfindung auf die Struktur eines Hochtemperatur-Turbinenmotors gerichtet, die sowohl aus metallischen, wie auch aus keramischen Komponenten zusammengesetzt ist.

Ein lange erkannter Bedarf in der Turbinenmotortechnik ist darin gelegen, höhere Betriebstemperaturen zu erreichen, um sowohl eine größere thermodynamische Effizienz, als auch eine erhöhte Ausgangsleistung pro Gewichtseinheit des Motors zu erreichen. Idealerweise sollte ein Turbinenmotor mit stöchiometrischer Verbrennung arbeiten, um den größtmöglichen Energiebetrag aus dem verbrauchten Brennstoff herauszuholen. Die aus einer stöchiometrischen oder nahezu stöchiometrischen Verbrennung resultierenden Temperaturen liegen jedoch jenseits der Haltbarkeitsmöglichkeiten metallischer Komponenten des Turbinenmotors. In dem Maße, in dem die Technik der Turbinenmotoren Fortschritte machte, wurde daher ein immer größerer Nachdruck sowohl auf verbesserte Kühltechniken, als auch auf die Entwicklung temperatur- und oxydationsbeständige Metalle zur Verwendung als Komponenten des Motors, die den höchsten Temperaturen ausgesetzt sind, gelegt. Das heißt, daß Kühltechniken und Hochtemperaturmetalle für jede der Verbrennungskammern, für Turbinenstatordüsen und für Turbinenschaufeln entwickelt worden sind. Dieses Streben hat zur Entwicklung ausgefeilter Kühltaschemata für alle diese Komponenten sowie zu Arten von "Superlegierungs-"Metallen auf Nickelbasis geführt, die unter Verwendung von Einkristalltechniken oder solchen gerichteter Erstarrung gegossen werden können. Alles in allem hat die Suche nach höheren Betriebstemperaturen in einem aus Metallkomponenten hergestellten Turbinenmotor zu einer sich noch steigenden Komplexität und zu sich erhöhenden Kosten bei der Herstellung des Motors geführt.

Es wurde auch ein alternativer Lösungsansatz zum

Erreichen höherer Betriebstemperaturen in einem Turbinenmotor erkannt. Dieser Lösungsansatz bringt die Verwendung keramischer Komponenten hoher Festigkeit im Motor mit sich. Keramikkomponenten sind besser als Metalle dazu im Stande, der oxydierenden Umgebung bei hohen Temperaturen eines Turbinenmotors zu widerstehen. Der Begriff "hoher Festigkeit" muß jedoch in Verbindung mit Keramikstrukturen im Zusammenhang betrachtet werden. Während viele Keramikmaterialien eine überragende Hochtemperaturfestigkeit und Oxydationsbeständigkeit zeigen, waren Keramikmaterialien historisch bei Turbinenmotoren wegen einer vergleichsweise niedrigen Zugbruchfestigkeit und einer geringen Fehlertoleranz schwierig anzuwenden. Daher bestand ein lange erkannter Bedarf an der Entwicklung von hybriden Keramik/-Metall-Strukturen, die die Eigenschaften jedes Materiales zu bestem Vorteile ausnützen, um es der Verbrennung in einem Turbinenmotor zu gestatten, näher am oder unmittelbar am stöchiometrischen Niveau stattzufinden.

Die Patent Abstracts of Japan, Vol. 008, Nr. 020 (M-271), 27. Januar 1984, und die JP-A-58 178900 (ASAHI GLASS KK) vom 19. Oktober 1983 offenbaren ein hybrides, keramisch/metallisches Befestigungselement zum Kuppeln und zum Übertragen eines Drehmomentes zwischen einem Keramikflügelrad und einer Metallwelle. Es besteht jedoch noch ein Bedarf an einem hybriden keramisch/metallischen Befestigungselement, das zum Kuppeln nicht-drehender Komponenten verwendet werden kann, und insbesondere an einem Befestigungselement, das so aufgebaut ist, daß es die Übertragung eines Momentes zwischen einem Keramikteil und einem Metallteil verhindert.

Im Hinblick auf die Mängel der herkömmlichen Turbinenmotortechnik und auf die verfügbaren Konstruktionsmaterialien und Bautechniken zum Herstellen solcher Motoren ist es ein primäres Ziel für diese Erfindung ein hybrides keramisch/metallisches Befestigungselement für die Verwendung in einem Hochtemperatur-Turbinenmotor zu schaffen.

Insbesondere ist es ein Ziel dieser Erfindung ein hybrides keramisch/metallisches Befestigungselement zu schaffen, bei dem ein keramischer Abschnitt an einem Hochtemperaturteil des Turbinenmotors angeordnet werden kann, um eine andere keramische Komponente festzuhalten und zu tragen und sich von da zu einem Teile niedrigerer Temperatur des Motors zu erstrecken. Der metallische Abschnitt des Befestigungselementes steht mit dem keramischen Abschnitt unter gegenseitigem Zusammenwirken im Eingriff und ist derart vorgesehen, daß er mit anderen Konstruktionsteilen des Motors in Eingriff stehen kann, die aus Metall bestehen mögen, um am Befestigungselement eine Zugbelastung aufzubringen.

In noch besonderer Weise ist es ein Ziel dieser Erfindung, eine Einrichtung für einen gegenseitigen Eingriff zwischen einem länglichen Keramikelement und einem länglichen Metallelement zu schaffen, die beide wechselseitig einer axialen Zugkraft ausgesetzt sind.

Im Anschlusse an das Obige schafft die vorliegende Erfindung ein hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement mit einem länglichen Keramikabschnitt, der an einem Ende einen Kopfteil vergleichsweise größeren Durchmessers sowie einen einteiligen, länglichen Schaftteil vergleichsweise geringeren Durchmessers aufweist, der sich axial von dem Kopfteil zu einem Endabschluß desselben erstreckt; ein metallisches Endverbindungsstück, das eine sich in Axialrichtung erstreckende, ein Gewinde definierende Ausbildung aufweist; wobei das Endverbindungsstück und der Schaftteil zusammenwirkende Einrichtungen zur gegenseitigen Befestigung aneinander bilden, um eine axial gerichtete Zugkraft auszuhalten.

Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß ein mechanisches hybrides keramisch/metallisches Befestigungselement geschaffen wird, bei dem die guten Eigenschaften jedes Materiales zum besten Vorteil eingesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung rührt davon her, daß ein Turbinenmotor geschaffen wird, bei dem Keramikkomponenten mit hoher Temperaturbeständigkeit an Metallkomponenten mit Hilfe des hybriden, keramisch/metallischen Befestigungselementes befestigt werden können. Das heißt, daß die Keramikkomponenten des Motors zusammen mit dem keramischen Abschnitt des hybriden Befestigungselementes den hohen Temperaturen ausgesetzt werden können, wogegen die den vergleichsweise kühleren Strukturen ausgesetzten Metallkonstruktionsteile dazu verwendet werden, die Keramikkomponenten zu tragen. Der metallische Abschnitt des hybriden Befestigungselementes wirkt vorteilhaft mit der metallischen Tragkonstruktion des Motors zusammen, um im hybriden Befestigungselement eine Zugspannung vorzusehen.

Zusätzliche Ziele und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden beim Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung eines einzigen bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung zusammen mit den beigelegten Zeichnungsfiguren ersichtlich.

FIG. 1 bringt eine Längsansicht, teilweise im Schnitt, eines die Erfindung verkörpernden hybriden, keramisch/metallischen Turbinenmotors;

FIG. 2 bildet eine vergrößerte teilweise Querschnittsansicht eines Teiles des in FIG. 1 dargestellten Motors ab;

FIG. 3 bringt eine explodierte Perspektivansicht eines die vorliegende Erfindung verkörpernden hybriden keramisch/metallischen Befestigungselementes;

FIG. 4 bildet einen Teil des hybriden keramisch/-metallischen Befestigungselementes in Perspektivansicht ab; und

FIG. 5 stellt eine explodierte Längsansicht, teil-

weise im Querschnitt, eines die Erfindung verkörpernden hybriden keramisch/metallischen Befestigungselementes dar.

FIG. 1 bildet einen hybriden keramischen und metallischen Turbinenmotor 10 ab. Der Motor 10 umfaßt ein Gehäuse 12, das einen Einlaß 14, einen Auslaß 16 und einen gekrümmten Strömungsweg 18, der den Einlaß 14 mit dem Auslaß 16 verbindet, um einen Fluidstrom zwischen diesen zu befördern. Ein allgemein mit der Nummer 20 bezeichnetes hybrides, keramisch/metallisches Rotororgan ist im Gehäuse 12 gelagert und wirkt mit diesem zur Begrenzung des Strömungsweges 18 zusammen. Es ist ersichtlich, daß das Rotororgan 20 einen Kompressor-Rotorabschnitt 22 aufweist, dessen Drehung Umgebungsluft über den Einlaß 14 einzieht, wie dies durch den Pfeil 24 angedeutet ist, und der diese Luft unter Druck setzt und einem Abschnitt 18' des Strömungsweges zuführt, wie durch den Pfeil 26 angedeutet ist.

Der Abschnitt 18' des Strömungsweges führt axial durch ein Segment von etwas weniger als 180° eines rotierenden ringförmigen Regeneratorgliedes 28, das im Gehäuse 12 aufgenommen ist. Stromabwärts des Regenerators 28 führt der Strömungsweg 18 durch einen allgemein mit der Nummer 30 bezeichneten, sich axial erstreckenden Verbrennungsbauteil. Der Verbrennungsbauteil 30 ist aus Keramikmaterial hergestellt und weist eine keramische äußere Verkleidung 32 auf, die an einem Ende von einem im allgemeinen konusförmigen äußeren Übergangselement 34 getragen wird. Eine keramische innere Verkleidung 36 ist innerhalb der äußeren Verkleidung 32 coaxial angeordnet und wird an einem Ende an einem keramischen Übergangskanalorgan 38 gehalten. Der Strömungsweg 18 führt axial gegen das eine Ende der Verbrennungsraumverkleidung 36, wie durch den Pfeil 18" angedeutet ist. Innerhalb des Übergangskanalorganes 38 begrenzen ein keramisches Flügelrad-Rückenorgan 40 und ein keramisches Statororgan 42 der Turbine im Zusammenwirken den Strömungsweg 18 und führen den letzteren radial einwärts zu einem keramischen Turbinenrotorteil 44 des Rotororganes 20.

Stromabwärts des Turbinenrotorteiles 44 verläuft der Strömungsweg 18 axial und radial auswärts zwischen einem Paar von voneinander beabstandeten, miteinander zusammenwirkenden keramischen Ausströmkanalorganen, die jeweils mit den Nummern 46, 48 bezeichnet sind. Eine Mehrzahl von hybriden keramisch/-metallischen Befestigungselementen 50 (von denen eines in FIG. 1 sichtbar ist) greifen im Zusammenwirken in ein Ausströmkanalorgan 46 und das Gehäuse 12 ein. Die Bauteile begrenzen jeweils Bohrungen zum Hindurchlassen der Befestigungselemente, die allgemein mit den Nummern 50', 50'' etc. bezeichnet sind.

Im Anschlusse an die Ausströmkanalorgane 46, 48 führt der Strömungsweg 18 in eine allgemein mit der Nummer 54 bezeichnete Ausströmkammer. Ein etwas weniger als 180° ausmachendes Segment des keramischen Regeneratorgliedes 28 ist der Ausströmkammer 54 ausgesetzt. Daher führt der Strömungsweg 18 nochmals durch das Regeneratorglied 28 und über den Auslaß 16 ins Freie.

Um die Beschreibung des Motors 10 zu vervollständigen, sei bemerkt, daß im Verbrennungsraum 30 der vom Kompressorrotor 22 her strömenden, unter Druck gesetzten Luft Brennstoff zugefügt wird, um die Verbrennung zu bestreiten. Diese Verbrennung führt zu einem Strom von unter Druck stehenden Verbrennungsprodukten hoher Temperatur, die im Verbrennungsraum 30 stromabwärts und in den an den Verbrennungsraum anschließenden Strömungsweg 18 fließen. Das Rotororgan 20 ist auch mittels eines zwischen den Rotorteilen 22 und 44 angeordneten Lagers 56 sowie ein (in den Figuren nicht sichtbares) einem Metallteil 60 einer Ausgangsleistungswelle 60 (von der in FIG. 1 nur ein Teil sichtbar ist) des Rotororganes 20 benachbarten Wälzlager im Gehäuse 12 gelagert.

Sieht man nun die FIG. 2 bis 5 gemeinsam an, so ist ersichtlich, daß das Motorgehäuse 12 einen metallischen äußeren Tragkonstruktionsabschnitt aufweist, der allgemein mit der Nummer 62 bezeichnet ist. Innerhalb der Tragkonstruktion 62 befin-

det sich eine metallische innere Tragkonstruktion 64, die davon axial und radial beabstandet ist, um im Zusammenwirken damit einen Kompressor-Diffusorabschnitt 18''' des Strömungsweges 18 zu begrenzen. Innerhalb der metallischen Tragkonstruktionen 62 und 64 sind ein keramisches becherförmiges Hitzeschildglied 66 eingefast, sowie die Ausströmkanalorgane 46, 48. Das Ausströmkanalorgan 46 ist vom Organ 48 durch einen keramischen Abstandhalter 52 in einem Abstande weggehalten, der über ein hybrides, keramisch/metallisches Befestigungselement 50, wie oben erwähnt, gesetzt ist. Das Kanalorgan 48, der Hitzeschild 66 und die innere metallische Tragkonstruktion 64 sind zusammengesteckt. Die innere Tragkonstruktion 64 ist von der äußeren Tragkonstruktion 62 durch ein metallisches Abstandhalteorgan 68 in einem Abstande gehalten, das über das Befestigungselement 50 gesetzt ist. Drei der in gleichem Abstande über den Umfang angeordneten Abstandhalter 52 werden dazu benutzt, die Organe 46, 48, 64, 50 und 68 im Gehäuse 12, jeweils bezüglich der äußeren Tragkonstruktion 62, zu halten und anzuordnen.

Das hybride, keramisch/metallische Befestigungselement 50 weist einen allgemein mit der Nummer 70 bezeichneten Keramikteil, ein metallisches Endverbindungsstück 72, einen metallischen Hülseenteil 74 und eine herkömmliche metallische Kopfschraube 76 auf. Der Keramikteil 70 umfaßt einen Kopfteil 78 vergleichsweise größeren Durchmessers und einen länglichen Schaftteil 80 vergleichsweise geringeren Durchmessers auf, der sich vom Kopfteil 78 her erstreckt, um in einem Schaftendabschnitt 82 zu enden. Am Endabschnitt 82 ist ein Paar von sich quer erstreckenden, einander diametral gegenüberliegenden Nuten oder Abflachungen 86,88 eingegrenzt, die in einem Abstande von einer Endfläche 84 liegen. Ein Paar Abflachungen 90,92 erstrecken sich jeweils von dem Paare von Nuten 86,88 bis zum Ende 84 des Schaftes 80. Als Ergebnis der Nuten 86,88 und der Abflachungen 90,92 ist ersichtlich, daß der Schaft 80 in einem Endabschnitt 82 mit einem abgeflachten Mitnehmer 94 endet, der eine abgeflachte, knotige Verbreiterung 96 trägt.

Das metallische Endverbindungsstück 72 wird am Endabschnitt 82 des Schaftes 80 aufgenommen. Das Verbindungsstück 72 weist einen in Achsrichtung länglichen Ringteil 98 mit einer ein Gewinde begrenzenden Bohrung 100 auf, die sich in Achsrichtung hindurcherstreckt. Vom Ringteil 98 aus verläuft ein Paar einander gegenüberliegend angeordneter, allgemein J-förmiger Zungen 102, 104 in Achsrichtung. Diese Zungen 102, 104 begrenzen im Zusammenwirken einen mit einem Hals versehenen Querschlitz 106 mit einem Halse 108 verminderter Breite. Das metallische Endverbindungsstück 72 wird quer am Endabschnitt 82 des Schaftes 80 derart aufgenommen, daß die beiden miteinander in Achsrichtung fluchten. Das heißt, daß der Mitnehmer 94 im Halsteil 108 aufgenommen wird, wogegen die knotige Verbreiterung 96 im übrigen Schlitz 106 aufgenommen ist. Danach wird der Hülsteil 74 axial über das Endverbindungsstück 72 gestreift, um den Schlitz 106 zu blockieren und den Endabschnitt 82 darin zu fangen. Der Hülsteil 74 wird am Endverbindungsstück 72 angeschweißt, um den Schaft 80 und dessen Endabschnitt 82 dauernd im Endverbindungsstück 72 gefangen zu halten. Die herkömmliche Kopfschraube 76 greift über das Gewinde in die Bohrung 100 des Endverbindungsstückes ein, um eine Zugkraft auf das Befestigungselement 50 aufzubringen.

Unter Betrachtung besonders der FIG. 3, 4 und 5 wird ersichtlich, daß das Endverbindungsstück 72 auch ein Paar von sich axial erstreckenden, diametral einander gegenüberliegenden, äußeren Abflachungen 110, 112 abgrenzt. Um den keramischen Teil 70 von einem am Endverbindungsstück 72 beim Festziehen der Kopfschraube 76 während des Zusammenbaues des Befestigungselementes aufgebrachten Drehmoment zu isolieren, begrenzt die äußere Tragkonstruktion 62 ein durchgehendes Loch 114, das das Endverbindungsstück 72 nicht drehbar aufnimmt. Mit anderen Worten, weist das Loch 114 ein Paar von sich axial erstreckenden Abflachungen 116, 118 auf die sich an die Abflachungen 110, 112 des Verbindungsstückes 72 anlegen. Wenn die Kopfschraube 76 gedreht wird, wird diesem Drehmoment durch die äußere Tragkonstruktion 62 entgegengewirkt, und der Keramikteil 70 ist bloß

der Zugbelastung, ohne dem Drehmoment, ausgesetzt.

Zurückkehrend zur FIG. 1, ist ersichtlich, daß die metallische Kopfschraube 76 sich an die metallische Tragkonstruktion 62 anlegt, wogegen der Kopfteil 78 am keramischen Ausströmkanal 46 anliegt. Ein Vorteil des Befestigungselementes 50 ist der durch den Keramikteil 70 gebotene hohe Widerstand gegen Wärmeleitung in Axialrichtung. Das heißt, obwohl der Kopfteil 78 und der dem Kopfteil 78 benachbarte Teil des Schaftes 80 so hohen Temperaturen wie etwa 2500°F (1370°C) ausgesetzt sind, es die Länge und die relativ geringe Wärmeleitfähigkeit des Schaftes 80 gestatten, Metallmaterial am Endverbindungsstück 72 zu verwenden.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) mit:

einem länglichen keramischen Teil (70), das an einem seiner Enden einen Kopfteil (78) vergleichsweise größeren Durchmessers und einen einstückigen länglichen Schaftteil (80) vergleichsweise geringeren Durchmessers besitzt, der sich von dem Kopfteil axial bis zu seinem Endteil (82) erstreckt;

einem metallischen Endverbindungsstück (72), das eine sich axial erstreckende, ein Gewinde definierende Ausbildung (100) sowie eine Reaktionsanordnung (110 - 118) bildet, die mit einer das Befestigungselement (50) aufnehmenden Tragkonstruktion (62) zum Ausüben einer Reaktionskraft auf ein auf das Endverbindungsstück (72) über die das Gewinde definierende Ausbildung (100) ausgeübtes Drehmoment zusammenwirkt;

wobei das Endverbindungsstück (72) und der Schaftteil (80) eine zusammenwirkende Einrichtung (80, 102-106) zur gegenseitigen coaxialen Befestigung des einen (70) mit dem anderen (72) ausbilden, um eine axial gerichtete Zugkraft auszuhalten, wodurch der Keramikteil (70) nur der Zugkraft ausgesetzt ist und durch die Drehmoment-Reaktionsanordnung (110-118) von einem auf die ein Gewinde definierende Ausbildung (100) aufgebrachten Drehmoment isoliert ist.

2. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) nach Anspruch 1, bei dem die zusammenwirkenden Einrichtung (82, 102-106) den Schaftendteil (82) umfaßt, der einen sich axial erstreckenden, eine abgeflachte, knotige Verbreiterung (96) tragenden Mitnehmer (94) ausbildet, welche Verbreiterung (96) das Ende (84) des Schaftteiles (80) bildet, wobei das Endverbindungsstück (72) einen sich quer erstreckenden Schlitz (106) begrenzt, der sich in Axialrichtung öffnet und dem Mitnehmer (94) und der Verbreiterung (96) ent-

spricht und wobei das Endverbindungsstück (72) an seinem Schlitz (106) quer am Endteil (82) des Schaftteiles (80), damit koaxial fluchtend, aufgenommen ist.

3. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) nach Anspruch 2, welches ferner einen Endteil (82) des Schaftteiles (80) innerhalb des Querschlitzes (106) des Endverbindungsstückes (72) fangende Einrichtung (74) aufweist.

4. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) nach Anspruch 3, bei dem sich der Querschlitz (106) an dem Endverbindungsstück (72) an seinen einander gegenüberliegenden Enden nach außen hin öffnet, wobei die Fangeinrichtung (74) ein axial eng über dem Endverbindungsstück (72) aufgenommenes, längliches metallisches Hüslenglied (74) aufweist, das die Enden des Schlitzes (106) abschließt, um den Endteil (82) darin zu fangen.

5. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) nach Anspruch 1, bei dem die ein Gewinde definierende Ausbildung (100) umfaßt, daß das Endverbindungsstück (72) eine sich axial erstreckende Bohrung (100) begrenzt, die koaxial mit dem Keramikteil (70) des Befestigungselementes verläuft, wobei die sich axial erstreckende Bohrung (100) einen das Gewinde definierenden Teil davon aufweist.

6. Hybrides, keramisch/metallisches Hochtemperatur-Befestigungselement (50) nach Anspruch 1, bei dem der Endteil (82) umfaßt, daß der Schaftteil (80) zwei Paare diametral einander gegenüberliegender, quer voneinander beabstandeter und im wesentlichen zueinander paralleler Abflachungen (86, 88; 90, 92) aufweist, die axial entlang dem Schaftteil (80) voneinander beabstandet sind, wobei jedes der Paare von Abflachungen (86, 88; 90, 92) zwischen einander jeweils eine Dimension quer zum Schaftteil definieren, wovon das eine (90, 92) von jenem Paar von Abflachungen, das näher zum Ende (84) des Schaftteiles (80)

gelegen ist, eine größere Querdimension als das andere (86, 88) von den beiden Paaren von Abflachungen (86, 88; 90, 92) besitzt.

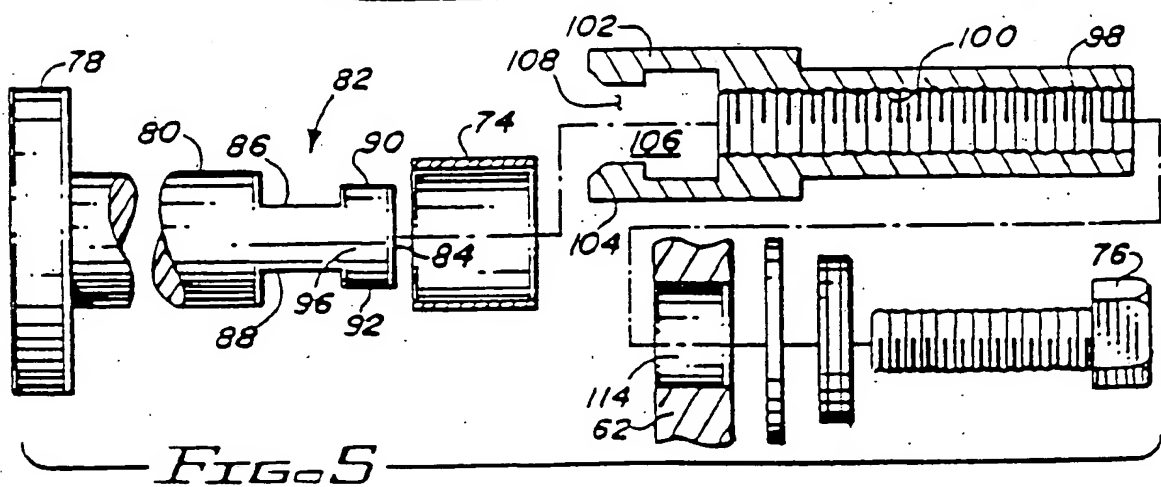
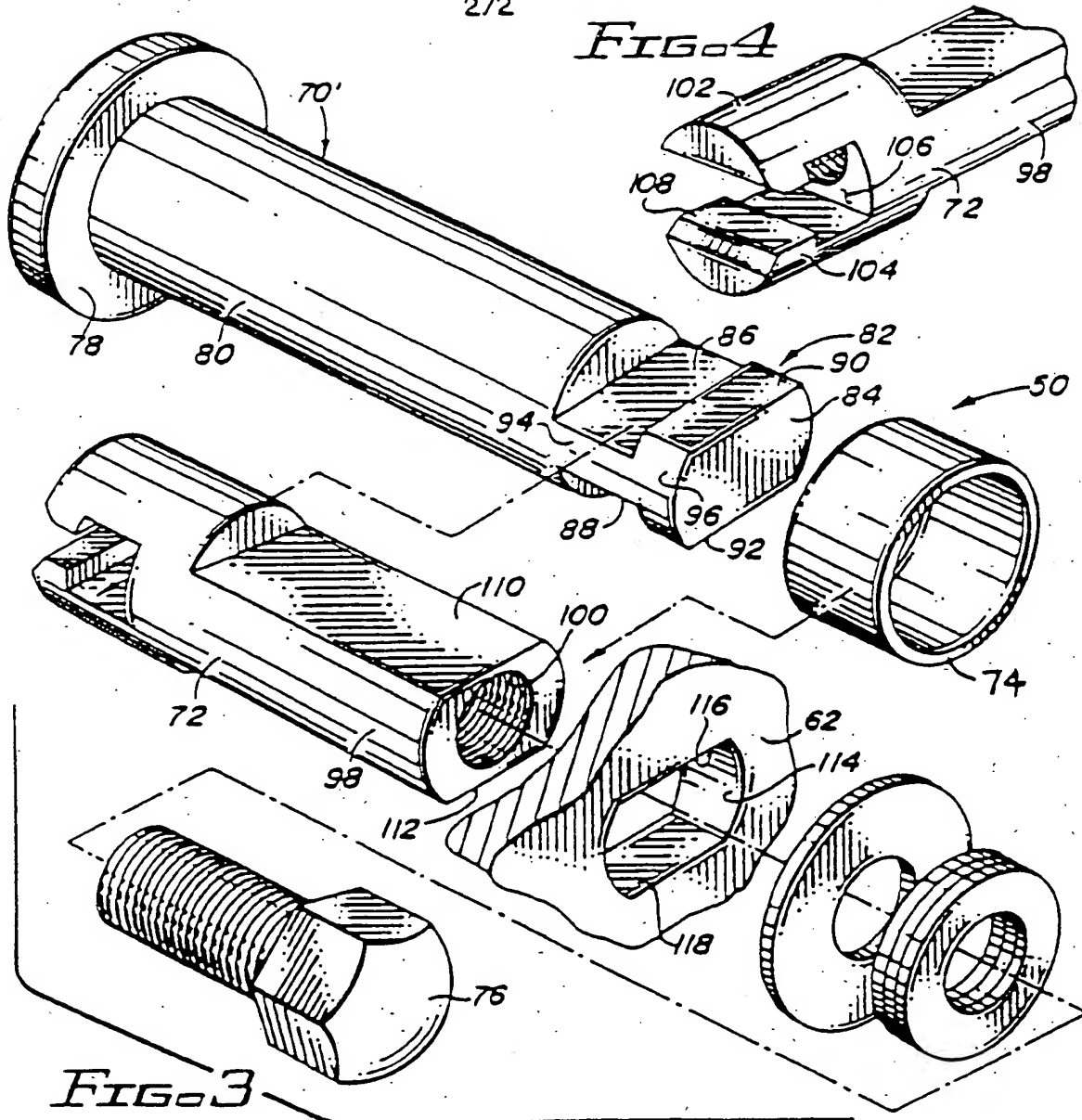
7. Turbinen-Verbrennungsmotor (10) mit einem Befestigungselement (50) nach Anspruch 1, einem Einlaß (14), einem Auslaß (16) und dazwischen einem eine Verbindung für einen Fluidstrom (26) bildenden Strömungsweg (18); wobei der Motor einen drehbaren Kompressor (22) aufweist, der über den Einlaß (14) einen Strom von Umgebungsluft einführt, die Luft unter Druck setzt und einem Verbrennungsraum (30) zuführt; eine Zufuhreinrichtung für einen Brennstoffstrom zum Verbrennungsraum, um die Verbrennung in der unter Druck gesetzten Luft zu bestreiten, um so einen Strom von Verbrennungsprodukten (18") hoher Temperatur zu erzeugen; und eine Turbine (44), die die Verbrennungsprodukte zur Abgabe ins Freie über den Auslaß (16) expandiert, um davon mechanische Energie für den Antrieb des Kompressors (22) abzuleiten; wobei der Motor ein keramisches Organ (46, 48) am Verbrennungsraum (30) oder stromabwärts desselben aufweist, welches keramische Organ (46, 48) in den Strömungsweg (18) eingetaucht ist oder in teilweise begrenzt, so daß es den Verbrennungsprodukten (18") hoher Temperatur ausgesetzt ist, sowie eine metallische Tragkonstruktion (62) zum Tragen des keramischen Organes (46, 48), wobei jedes keramische Organ (46, 48) und die Tragkonstruktion (62) eine jeweilige, axial fluchtende Bohrung (50', 50") für das hybride, keramisch/metallische Befestigungselement (50) begrenzen, das in den jeweiligen Bohrungen (50', 50") des keramischen Organes (46, 48) und der Tragkonstruktion (62) aufgenommen wird und einen Keramikteil (70) aufweist, der in das keramische Organ (46, 48) eingreift, sowie jeweils einen Metallteil (72), der in die metallische Tragkonstruktion (62) eingreift, welches Befestigungselement (50) Einrichtungen (76, 100) umfaßt, die im Zusammenwirken eine Zugkraft zwischen dem Keramikteil (70) und dem Metallteil (72) zum Halten des keramischen Organes (46, 48) und der metallischen Tragkonstruktion (62) in zusammenwirkender Zuordnung bereitstellt.

8. Turbinen-Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 7, bei dem das Befestigungselement (50) umfaßt, daß der Keramikteil (70) an seinem einen Ende einen am keramischen Organ (46, 48) anliegenden Kopfteil (78) vergleichsweise größeren Durchmessers bildet, einen länglichen, einstückigen keramischen Schaftteil (80), der sich axial von dem Kopfteil (78) durch die Bohrung (50') des keramischen Organes (46, 48) hindurcherstreckt, welcher Schaftteil (80) in einem Endteil (82) endet; ein metallisches Endverbindungsstück (72), das an dem Endteil (82) aufgenommen ist, wobei das metallische Endverbindungsstück (72) und der Endteil (82) zusammenwirkende Einrichtungen (94, 96, 106) zum Aushalten der Übertragung von Zugkraft zwischen ihnen bilden.

9. Turbinen-Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 8, bei dem die zusammenwirkenden Einrichtungen (94, 96, 106) umfassen, daß der Endteil (72) einen sich in Achsrichtung erstreckenden Mitnehmer (94) bilden, der eine knotige Verbreiterung (96) an seinem distalen Ende trägt, wogegen das Endverbindungsstück (72) einen sich quer erstreckenden Schlitz (106) begrenzt, der sich in Achsrichtung öffnet und in Queransicht dem Mitnehmer (94) und der Verbreiterung (96) entspricht, wobei das Endverbindungsstück (72) an dem Endteil (82) quer und axial mit dem Schaftteil (80) im wesentlichen fluchtend aufgenommen wird.

10. Turbinen-Verbrennungsmotor (10) nach Anspruch 9, bei dem die Einrichtungen (76, 100) zum Bereitstellen einer Zugkraft umfassen, daß das Endverbindungsstück (72) eine ein Gewinde definierende Ausbildung (100) definiert, und daß ein Metallelement (76) über ein Gewinde in die das Gewinde definierende Ausbildung (100) eingreift und auch in die metallische Tragkonstruktion (62) eingreift, um die Zugkraft auf das Befestigungselement (50) auszuüben, und bei dem das Endverbindungsstück (72) und die metallische Tragkonstruktion (62) zusammenwirkende Einrichtungen (110, 112, 114) zum Isolieren

des Keramikteiles (70) von einem zwischen dem Metallelement (76) und der das Gewinde definierenden Ausbildung (100) übertragenen Drehmoment ausbilden.



THIS PAGE BLANK (USPTO)